AUS DER KLINISCHEN ABTEILUNG DES ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUTS
DER UNIVERSITÄT BASEL (VORSTEHER: PROF. DR. O. MÜLLER)

BAKTERIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DEVITALISIERTEN PULPEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER ZAHNHEILKUNDE, DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

WILLY HOCH
BASEL

Sonderabdruck
aus der
Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde
1928, Heft 3
Verlag von Hermann Meusser in Berlin

Nicht im Buchhandel

1928.

Von der medizinischen Fakultät der Universität Basel genehmigt
auf Antrag von Herrn Prof. Dr. O. Müller

Meinem verehrten Lehrer

Herrn Professor Dr. O. Müller

in aufrichtiger Dankbarkeit

zugeeignet

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

SONDERABDRUCK
AUS VIERTELJAHRSSCHRIFT FÜR ZAHNHEILKUNDE
1928, HEFT 3
VERLAG VON HERMANN MEUSSER IN BERLIN

AUS DER KLINISCHEN ABTEILUNG DES ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUTS
DER UNIVERSITÄT BASEL
(VORSTEHER: PROF. DR. O. MÜLLER)

BAKTERIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DEVITALISIERTEN PULPEN

VON
WILLY HOCH, BASEL

Wenn sich der destruktive Prozeß der Zahnkaries dem Zahnmarke nähert, ist ein Krankwerden des letzteren unausbleiblich. Schon lange bevor die Zahnpulpa durch den kariösen Prozeß freigelegt ist, oder ihre Decke so erweicht ist, daß sie etwa mit einer Sonde durchstoßen werden könnte, ist ihre Infektion durch die entzündungserregenden Bakterien erfolgt. Diesen ist durch die Zahnkanälchen der Weg nach dem Weichbilde der Zahnpulpa klar vorgezeichnet. Praktisch gesprochen ist eine entzündete Pulpa sich selbst überlassen ein verlorenes Gebilde, sie muß total oder doch teilweise ‹Pulpa-Amputation› exstirpiert werden. Um diese Operation schmerzlos zu gestalten, ist die Anästhesierung oder die künstliche Nekrotisierung ‹Devitalisation, Kauterisation› des erkrankten Zahnmarkes notwendig.

Die Devitalisation der Pulpa wird schon seit dem Jahre 1836 durch das unter dem Namen Arsenik bekannte Anhydrid der arsenigen Säure ‹acidum arsenicosum› bewerkstelligt. Es wurde von Spooner in die Zahnheilkunde eingeführt und wird meist in Pastenform ‹Ätzpaste› appliziert. Der Paste, deren Konstituens Nelkenöl, Glycerin usw. sein kann, wird meist ein Anästhetikum ‹Cocain, Alypin usw.› beigefügt, um die Einlageschmerzen zu verhindern. Eiweißkoagulierende Zusätze sollten vermieden werden, da sonst die Wirkung der Arsenikpaste eine oberflächliche bleibt. Arsenik wird oft durch Scherbenkobalt ‹gediegenes Arsen›, ein Mittel, das im Jahre 1880 durch Müller vorgeschlagen und namentlich von Herbst in Bremen empfohlen wurde und das sich durch eine mildere Wirkungsweise auszeichnet, ersetzt. Auch der modernen Zahnheilkunde ist es bis anhin nicht gelungen, Arsenik und Scherbenkobalt durch geeignetere Kaustika zu ersetzen.

Alle organischen Arsenverbindungen sind äußerst giftig. Es ist noch nicht sichergestellt, ob die Wirkung von dem Elemente As oder von einer als Jon auftretenden Sauerstoffverbindung abhängig ist. Es hat sich gezeigt, daß

das dreiwertige Arsen allen Zellen gegenüber ⟨Bakterien, Protozoen⟩ weit wirksamer ist als das fünfwertige. Arsenik ist für die meisten Kleinlebewesen ein heftiges Gift. Eine Ausnahme bilden gewisse Schimmelpilze. Diese werden in einer 1%igen Lösung von arseniksauerem Kalium zu üppigem Wachstum angeregt. Auf arsenhaltigem Nährmaterial entwickelt unter gewissen Schimmelpilzen speziell Penicillium brevicaule einen intensiven Geruch nach Knoblauch, was zum Nachweis von Arsen dient ⟨biologische Arsenprobe⟩. Protozoen sind gegen Arsenpräparate außerordentlich empfindlich; sie können sich aber auch daran gewöhnen. In einer Konzentration von 1 zu 250 soll die arsenige Säure die Entwicklung von Spaltpilzen in der Mundhöhle verhindern.

Das Arsenik ist ein Protoplasmagift ganz besonderer Art. Ursprünglich betrachtete man es hauptsächlich als ätzendes Gift und glaubte, seine Wirkung auf lebendes Gewebe sei derjenigen von ätzenden Metallsalzen und Mineralsäuren ähnlich. Arsenik wirkt allerdings ätzend, aber anders als wir es bei den typischen Ätzmitteln gewohnt sind. Es fällt nicht wie Säuren oder Metallsalze Eiweiß, ist also auch nicht imstande, einen Ätzschorf zu erzeugen.

In der zahnärztlichen Literatur finden wir die histologischen Vorgänge, die sich bei der Devitalisation der Zahnpulpa durch arsenige Säure abspielen, vielerorts genau beschrieben. „Direkt unter der Einlage, wo die Arsenikkristalle mit dem Gewebe direkt in Berührung gewesen sind, sind die Zellen verquollen, körnig zerfallen, die Struktur ist verschwunden, Vorgänge, wie sie ähnlich bei der Wirkung der arsenigen Säure auf gefäßlose Gewebe, wie die Hornhaut, auftreten ⟨Witzels Versuche an der Kaninchen — Cornea⟩. Immerhin ist diese Zone kein eigentlicher Ätzschorf, da der charakteristische Eiweißniederschlag zu fehlen scheint. Unter ihr findet sich gut erhaltenes, durch Färbung deutlich darstellbares Gewebe. Die Zellkerne und die Zwischensubstanz sehen wie fixiert aus. Unter diesen beiden oberflächlichsten Zonen folgt die eigentliche Nekrose: unregelmäßige, zusammengeschrumpfte, pyknotische, andererseits gequollene, schlecht färbbare Kerne, Kernzerfall in den verschiedensten Formen, Aufhören der Struktur des Zwischengewebes, Quellung auch der Odontoblasten. Schon nach zwei Tagen sind die Zellen derart abgetötet. Das Nervengewebe ist entsprechend verändert: körniger Zerfall der Markscheiden u. a. m. Die Veränderung der Nervenfibrillen muß schon sehr frühzeitig eintreten, da die Schmerzempfindung sehr bald aufhört. Außer der allgemein zellzerstörenden Wirkung tritt eine auffallend starke Hyperämie hervor. Die Gefäße bis zu den Kapillaren sind nicht nur erweitert, sondern prall mit „Bluttkörperchenthromben" erfüllt. Es finden sich auch Kapillarblutungen. Die Thromben enthalten kein Fibrin, sondern bestehen nur aus dicht aneinander gepackten roten Blutkörperchen. Die arsenige Säure ist ein typisches Kapillargift..." ⟨F. Müller: Pharmakologie für Zahnärzte⟩.

Das Vernichtungsmittel diffundiert sehr stark. Diese weitgehende Diffusion hat G. Preiswerk an extrahierten, vorher mit Arsenik devitalisierten

Zähnen nachgewiesen. In den Pulpen ließ sich keine Spur arseniger Säure mehr nachweisen, während die harten Zahnsubstanzen bei der Marshschen Arsenprobe deutliche Arsenspiegel gaben. In gelöstem Zustande wird Arsenik von allen Applikationsstellen aus ‹eine Ausnahme bildet die unversehrte Haut› rasch resorbiert. Eine Freilegung des Zahnmarkes, wie es Julius Witzel, Metnitz u. a. wünschen, ist zum Abtöten desselben nicht nötig.

Wenn wir über die histologischen Veränderungen der Zahnpulpa nach Applikation von arseniger Säure genau unterrichtet sind, so finden wir in der gesamten Fachliteratur des Zahnarztes keine Angaben über die Beeinflussung der Mikroorganismen des kranken Zahnmarkes durch dieses vom Praktiker täglich angewandte kaustische Mittel. Prof. Dr. O. Müller hat mir daher die Aufgabe gestellt, Pulpen von an Pulpitis partialis erkrankten Zähnen nach Devitalisation mit arseniger Säure auf geeignetem Nährboden auf Sterilität zu prüfen. Mit andern Worten, ich hatte die Frage zu beantworten: Ist die Pulpa eines an Pulpitis partialis erkrankten Zahnes nach Applikation von Arsenik nach einer praktisch üblichen Liegedauer dieses Kaustikums steril, ist nicht nur das Protoplasma der Pulpazellen, sondern auch dasjenige des Bakterienleibes nach dieser Zeit nekrotisiert?

Die Beantwortung dieser Frage wird uns zugleich über einen weiteren Punkt orientieren, nämlich darüber, ob wir nach Entfernung des durch Arsenik zerstörten Zahnmarkes, also vor der Wurzelfüllung, einen keimfreien Wurzelkanal vor uns haben oder nicht. Gelingt es uns durch die Pulpenexstirpation einen sterilen Nerven zutage zu fördern, dann muß auch der Ort seiner Herkunft, der Wurzelkanal, steril sein.

VERSUCHSANORDNUNG

Für meine Versuche wählte ich an Pulpitis partialis erkankte Zähne, also Fälle, die uns täglich zur Behandlung kommen, und wo wir arsenige Säure zu applizieren pflegen. Der Einfachheit halber habe ich die Versuche auf obere Frontzähne ‹mittlere und seitliche Schneidezähne, Eckzähne› beschränkt; hier schien mir peinlichste Beobachtung strengster Asepsis am ehesten möglich, da es hier ein Leichtes ist, das Arbeitsfeld klar zu überblicken. Die Untersuchungen erstreckten sich auf ein Material von 66 Zähnen. In 49 Fällen wurde die erkrankte Pulpa durch Arsenik, in 17 Fällen durch Scherbenkobalt nekrotisiert. In den 49 erstgenannten Versuchen legte ich in 25 Fällen eine Paste von der Zusammensetzung

Acid. arsenicosum
Cocain, mur āā 1,0
Phenol. liquef. gtts. V

ein. Die 24 übrigen Zähne beschickte ich teils ‹8› mit Nervarsen, einem nach Angaben von Prof. O. Müller vom Schweizerischen Serum- und Impfinstitut in Bern hergestellten Arsentrioxydpräparate, teils ‹die übrigen 16› mit purer arseniger Säure, um sie der reinen Arsenikwirkung ohne die Nebenwirkung irgendeines Antiseptikums auszusetzen.

Bei den letztgenannten 16 Versuchen wurde einfach ein mit einem indifferenten Mittel (Glycerin, Aqua dest.) befeuchtetes, etwa stecknadelkopfgroßes Wattebäuschchen in die fein pulverisierte arsenige Säure eingetaucht, und dieses Bäuschchen auf die tiefste Stelle der Zahnkavität gebracht. Meist mußten die Patienten einige Stunden Einlageschmerz mit in Kauf nehmen. Ich entließ sie immer mit dem Rate, bei etwaigem Auftreten von exzessiven Schmerzen sich eines der vielen in unserer Praxis beliebten Analgetikums (Veramon, Gardan, Allonal usw.) zu bedienen.

In der ersten Sitzung wurde das Vernichtungsmittel appliziert. Zur Aufnahme der arsenigen Säure oder des Scherbenkobalts wurde zunächst, wie üblich, die kariöse Zahnhöhle von allen fremden Bestandteilen gereinigt und öfters mit lauwarmem Wasser ausgespritzt, um so allen Detritus zu entfernen. Mit scharfen Löffelexkavatoren wurde vom erweichten Dentin soviel wie möglich weggeschnitten, oder mit dem Bohrer weggebohrt. Nach Einbringung des kaustischen Mittels wurde der Zahn mit Fletcherzement verschlossen. Die Arsenikeinlagen ließ ich 48 Stunden (die Nervarseneinlagen gewöhnlich 3—4 Tage), diejenigen mit Scherbenkobalt 8 Tage liegen.

Aufgabe der 2. Sitzung war es, die kauterisierte Pulpa unter streng aseptischen Kautelen dem Zahne zu entnehmen, und sie, ohne sie durch Keime der Außenwelt zu verunreinigten, in ein zur Bakterienzüchtung geeignetes Nährmedium zu übertragen.

Aseptisches Arbeiten am Zahne wird von den meisten Praktikern bestritten, sind doch die durch uns zu behandelnden Zähne mit Tausenden von Mikroorganismen beladen, und ist doch die Mundhöhle, die allernächste Umgebung des Gebisses, mit besonders günstigen Bedingungen für die Ansammlung und die Entwicklung der mannigfaltigsten Bakterien ausgestattet. „Bei der ständigen Verbindung unserer Mundhöhle mit der keimerfüllten Außenluft und der sich täglich wiederholenden Zufuhr von Keimen durch Speise und Trank, ist es nur natürlich, daß wir praktisch im Munde alle diejenigen Kleinlebewesen antreffen werden, welche uns umgeben. Als Filter für die Atmungsluft hält dieser Teil der oberen Luftwege zunächst dasjenige zurück, was mit dem aufgewirbelten Staube hineingelangt. Als Eingangstor für die Nahrungsmittel müssen die in ihnen enthaltenen oder auf ihnen haftenden Mikroorganismen gleichfalls das Gehege der Zähne passieren. So nimmt es uns nicht wunder, daß man schon an die hundert verschiedene Keime aus dem Munde gezüchtet hat, saprophytische meist, aber auch krankheitserregende, die sich rekrutieren aus dem großen Heere der mikroskopischen Kleinlebewelt. Der Keimgehalt des Mundes wird sowohl der Menge nach, wie auch, was seine Zusammensetzung angeht, in weiten Grenzen schwanken müssen. Zur Ansiedlung und Entwicklung der Bakterienflora sind die Bedingungen in der Mundhöhle an und für sich denkbar günstig. Die den meisten Kleinlebewesen unbedingt notwendige Sauerstoffzufuhr wird durch den Luftaustausch gewährleistet, aber selbst die unter Luftabschluß gedeihenden finden genügend anaerobe Bedingungen in Buchten des Zahnfleisches und Zahnhöhlen. Der wachstumswidrige Einfluß des Tages-

lichtes kann in der Mundhöhle nicht zur Geltung kommen, optimale Temperatur von 37° ist meist vorhanden, auch finden sich alle nötigen Nährstoffe. Schon der Speichel bietet neben seinem ganz überwiegenden Wassergehalt organische und anorganische Salze sowie geringe Mengen von Eiweiß und Eiweißabkömmlingen, hinzukommen, wohl als Folge häufiger kleiner Läsionen der Mundschleimhaut, Ausscheidungen von Serumstoffen aus derselben. Das wichtigste Nährmaterial beziehen die Mikroben aber aus dem nach jeder Nahrungsaufnahme in Zahnfleischtaschen, Krypten des adenoïden Gewebes, Zahnlücken und kariösen Zähnen zurückbleibenden Speiseresten, alles was zu ihrem Aufbau nötig, vornehmlich Kohlehydrate und Eiweiß finden sie hier. Wenn trotzdem nach kurzem Aufenthalt in der Mundhöhle die Mehrzahl der Keime wieder aus derselben verschwindet, so liegt das einmal an der ständigen Umspülung mit Speichel. Zwar hat der Speichel keine oder keine nennenswerten bakteriziden Eigenschaften, aber rein mechanisch entfernt er die sich im Übermaße häufenden Mikroorganismen, die nun teils verschluckt, teils expektoriert werden. Ein ständiger Regulator für die Mundflora ist auch die Gewebsvitalität der Mundschleimhaut selber, welche eine dauernde Ansiedlung von Keimen auf derselben nicht zuläßt. Einen gewissen Bestand an Bakterien weist jedoch jede Mundhöhle auch bei peinlichster Mundhygiene auf..." ⟨A. Seitz: Bakteriologie für Zahnärzte⟩. Daß bei schlecht gepflegtem Gebiß, tief kariösen Zähnen und sonstiger Unsauberkeit der Mundhöhle die Bakterienflora derselben eine noch üppigere ist, ist natürlich. — In kranken Zähnen werden wir an der Oberfläche des kariösen Dentins naturgemäß alle Bakterienarten, die in der Mundhöhle überhaupt existieren können, antreffen. In den tieferen Dentinschichten finden wir in der Hauptsache Streptokokken, außerdem das Bacterium nekrodentalis und den Staphylococcus albus. Die Dentinkanälchen sind oft mit dem Streptococcus lacticus förmlich vollgestopft. Im kranken Zahn wird schließlich das Weichbild der Pulpa von der Bakterieninvasion erreicht. Dieses bildet für die Mikroorganismen einen äußerst günstigen Nährboden. Nach Sieberth sollen für die Entstehung und Entwicklung der Pulpitis eigentlich nur Streptokokken in Frage kommen.

Es ist vor allem W. D. Miller, der auf dem Gebiete der Zahnheilkunde bakteriologisch gearbeitet hat. Er hat uns durch jahrelange Arbeit die Kenntnis von dem größten Teil der Mundbewohner verschafft. Schon gegen Ende des 17. Jahrhunderts entdeckte Leeuwenhoek in der menschlichen Mundhöhle kleinste Lebewesen. Andere Forscher, die unsere Kenntnisse von den Mikroparasiten der Mundhöhle förderten, sind: Ficinus, Henle, Robin, Klenke, Hallier, Black, Galippe, Vignal, Cohn, Koch, Miles, Jung, Goadby, Provazek, Noguchi, Kantorowicz u. a.

Aseptisches Arbeiten scheint also nach dem Angeführten am kranken Zahne keine einfache Sache zu sein. Ich ging nun bei meinen Versuchen in der zweiten Sitzung folgendermaßen vor: Nach Entfernen der Einlage wurde die kariöse Höhle mit einem Rosenbohrer stark erweitert und übersichtlich geformt, alles Kariöse aufs peinlichste ausgebohrt, möglichst in der Art, daß

keine Spur von verfärbtem Dentin mehr stehenblieb, und nur noch eine ganz dünne Zahnbeindecke das Zahnmark von der Außenwelt trennte. Hierauf wurde ein neuer sterilisierter Kugelbohrer ins Handstück eingespannt und durch wenige rasche Umdrehungen desselben das ganze Dach der Pulpakammer durchstoßen, der Zugang zur Höhle der kauterisierten Pulpa etwas erweitert und ein Teil der Pulpakrone entfernt. Ich spritzte nun, um die Bohrspäne aus der geschaffenen Höhlung zu entfernen ca. 65° warmes sterilisiertes Wasser in dieselbe, gab dem Patienten die Weisung, vor der Hand den Mund nicht zu schließen, und legte dann zur Abhaltung des Eindringens fremder Keime aus Luft oder Speichel direkt auf den frei zutage liegenden Pulpastumpf ein mit Karbolsäure getränktes Wattebäuschchen, darüber wurde eine mit 3%igem Wasserstoffsuperoxyd getränkte Wattekugel gelegt, die die ganze Kavität ausfüllte. Jetzt durfte der Patient rasch spülen ‹die beiden mit Antiseptizis durchtränkten das Pulpagewebe bedeckenden Wattekugeln durften als bakteriendicht betrachtet werden›, und dann wurde sofort Kofferdam angelegt.

Als Grundsätze für die Behandlung des Operationsfeldes galten diejenigen der chirurgischen Asepsis. Zahn sowie Kofferdam wurden sorgfältig mit 3%igem Wasserstoffsuperoxyd und nachher mit 70%igem Alkohol abgerieben. Die Gummiplatte bestrich ich außerdem in ausgiebiger Weise mit Jodtinktur.

Nach Entfernung der beiden Wattebäuschchen bot, da ich zum Wurzelkanal einen bequemen, übersichtlichen Zugang geschaffen hatte, das Einführen der Extraktionsnadel bis zur Wurzelspitze und das Aufwickeln und Abdrehen des Pulpafadens keine weiteren Schwierigkeiten.

Natürlich wurde mit sterilen Nervnadeln gearbeitet. Teils benutzte ich Nervextraktoren aus Tantal, die ich vor dem Gebrauch rasch ausglühte und so keimfrei machte, teils benutzte ich Pulpaextraktoren von der allgemein gebräuchlichen Art und sterilisierte dieselben direkt vor der Einführung in den Wurzelkanal im Metallsterilisator von Flaherty. Da bei der Exstirpation der Pulpa die Gefahr der direkten Übertragung von Keimen besonders groß ist, bemühte ich mich, rasch und unter Beobachtung strengster Asepsis zu arbeiten.

Für meine Untersuchungen bewahrte ich nicht den ganzen zutage beförderten Pulpastrang auf. Mit steriler Schere wurde das untere Drittel bis die Hälfte desselben ‹die dem Foramen apicale näher gelegene Partie› von der übrigen extrahierten Pulpamasse abgeschnitten. Ich wollte dadurch verhüten, daß das durch den vor der Extraktion aufgelegten Wattebausch eventuell schon mit Karbolsäure etwas imprägnierte Pulpagewebe mit auf den zur Vermehrung von eventuellen Keimen bestimmten Nährboden übertragen würde. Kleinste Spuren von Karbolsäure hätten ja unter Umständen eine vollständige Abtötung eventuell noch lebender Keime vortäuschen können. Die abgeschnittenen Pulpenzipfel wurden direkt in sterilisierte Nährbouillon übertragen. Die die Nährflüssigkeit enthaltenden Reagenzröhrchen wurden mir meist von einer Assistenz bereitgehalten. Nach Abbrennen von

Röhrchenrand und Wattestopfen wurden die gut verschlossenen Reagenzgläser zur Bebrütung ihres Inhaltes in den Thermostaten gestellt, und ich hatte zu prüfen, ob die Bouillon klar bleibe, oder nach einiger Zeit eine Trübung aufweise, mit anderen Worten, ob die zu bebrütenden Pulpenteile noch vermehrungsfähige, also lebende Keime enthielten oder nicht.

Bei meinen Versuchen konnte ich in zwei Fällen noch auf eine andere Art die Pulpen unter aseptischen Vorsichtsmaßregeln den Zähnen entnehmen. Ich hatte Gelegenheit, zwei meiner Versuchszähne aus technischen Gründen zu extrahieren. Mit den extrahierten Zähnen verfuhr ich nach Miller folgendermaßen: Ich legte die abgebürsteten Zähne etwa für eine Viertelstunde in konzentrierte Karbolsäure, dann in absoluten Alkohol. Darauf faßte ich die Zähne mit steriler Pinzette und zog sie zur Verbrennung des Alkohols durch eine Gasflamme. Mit sterilisierter Zange spaltete ich hierauf den Zahn und übertrug einen Teil der Pulpa auf Nährbouillon.

VERSUCHSERGEBNISSE

Die devitalisierten, in Nährbouillon befindlichen Pulpastücke wurden längere Zeit, drei, meist aber 8—10 Tage, im Brutschranke belassen. Das Nährmedium blieb ständig klar; es bildeten sich weder Niederschläge noch Trübungen. Die bakteriologisch zu untersuchenden Pulpen erwiesen sich also als keimfrei. Alle 66 Versuche ergaben die nämlichen Resultate. ⟨Herr Prof. O. Müller hat ebenfalls 14 solcher Versuche gemacht, und zwar mit dem gleichen Resultat.⟩ Die Arsenikeinlage hatte demnach nach praktisch üblicher Liegedauer im pulpitischen Zahne nicht nur das Protoplasma der Zellen des Pulpagewebes, sondern auch dasjenige des Bakterienleibes zerstört. Daraus ließ sich ohne weiteres ableiten, daß nicht nur der nekrotische Pulpafaden, sondern auch der Ort seiner Entnahme, also der Wurzelkanal, steril sein mußte. ⟨Die Versuchsergebnisse finden sich am Schlusse dieser Arbeit tabellarisch zusammengestellt.⟩

Wir haben also vor der Wurzelfüllung einen keimfreien Wurzelkanal vor uns. Damit stimmen die Angaben der meisten Lehrbücher der konservierenden Zahnheilkunde nicht überein. Gewöhnlich wird gelehrt, man dürfe nach Extraktion der devitalisierten Pulpa in der gleichen Sitzung die Wurzelbehandlung noch nicht zu Ende führen, es sei vielmehr für einige Zeit ein Wattefaden oder eine Papierspitze, getränkt mit irgendeinem Antiseptikum in den Wurzelkanal einzulegen. Dadurch begegne man einmal am sichersten einer eventuellen Nachblutung in den Wurzelkanal, zweitens könnten die nach der Pulpaextraktion im Kanale eventuell zurückgebliebenen organischen Gewebsfetzen, die als infiziert zu betrachten seien, durch das antiseptische Mittel imprägniert, d. h. von lebenden Mikroorganismen befreit werden. Meine Versuchsergebnisse zeigen aber, daß nach Arsenikapplikation und nachheriger möglichst aseptischer Pulpenentfernung von einem Zurückbleiben infizierter organischer Gewebspartikel im Wurzelkanal nicht die Rede sein kann.

Die vielerorts nach Devitalisierung der Pulpa übliche, oft langwierige antiseptische Einlagebehandlung kann also bei Beobachtung strengster Asepsis in der Wurzelbehandlung fallen gelassen werden. Im Gegenteil, es ist unsere Aufgabe, möglichst rasch und unter streng aseptischen Kautelen, gerade wie es in der Chirurgie verlangt wird, zu arbeiten. Unser Hauptaugenmerk haben wir bei der Behandlung des pulpakranken Zahnes darauf zu richten, daß wir durch unsere Manipulationen keine Keime in den Wurzelkanal übertragen. — Man könnte entgegenhalten, das Devitalisierungsmittel habe bei meinen Untersuchungen nicht alle Mikroorganismen des kranken Zahnmarkes erreichen können, es sei vielleicht nicht in all die Tausende von Mündungen der Dentinkanälchen, die verstecktesten Schlupfwinkel der Bakterien eingedrungen, kurz die Sterilität des Wurzelkanals sei eventuell nur vorgetäuscht gewesen. Es haben aber Beobachtungen von Bödecker und G. Preiswerk gezeigt, daß der Inhalt der Zahnbeinkanälchen durch die Arsenwirkung zerstört wird. Bödecker schreibt: „Unter dem Mikroskope scheinen die Zahnkanälchen vergrößert, an manchen Stellen mehr als an anderen und mit einer tiefschwarzen Masse erfüllt. Dasselbe kann man von den Querverbindungen der Kanälchen sagen. Wenn man solche Stellen bei starken Vergrößerungen untersucht, findet man die schwarze Masse aus unregelmäßigen Klumpen bestehend, welche wohl Reste der Dentinfasern sind. Wenn man solche Kanälchen verfolgt, sieht man die geschwollenen Dentinfasern mehr und mehr zerfallen, je mehr man sich der Stelle der größten Zerstörung nähert." G. Preiswerk bestätigt diese Beobachtungen, er sagt: „Ich kann an mikroskopischen Schnitten und Schliffen die Angaben Bödeckers vollinhaltlich bestätigen, ja es scheint mir sogar der Inhalt der Zahnbeinkanälchen mehr alteriert zu werden, als das benachbarte Pulpagewebe, und es mag eine konsekutive Pericementitis ihren Weg öfter durch das Zahnbein als das Foramen apicale nehmen."

Der nach der Pulpaentfernung keimfreie Wurzelkanal würde natürlich auf die Dauer nicht steril bleiben. Das Zahninnere kann nach Miller außer durch das kariöse Dentin auch auf dem Wege der Blutbahn oder eventuell durch die dünne Zementschicht und das Zahnbein am Zahnhalse von Bakterien erreicht werden; auch ein nicht einwandfreier äußerer Verschluß der Zahnkavität bzw. des Wurzelkanals gestattet den Bakterien Eintritt in den Pulpenraum. Für diese wäre die nach kurzer Zeit durch das Wurzelloch in die leere Zahnhöhle eindringende seröse Flüssigkeit ein ausgezeichnetes Nährsubstrat und der leere Wurzelkanal ein idealer Brutschrank im kleinen. Diese Umstände und auch das eventuelle Eintreten einer Blutung in den leeren Wurzelkanal, was eine Verfärbung des Zahnes nach sich ziehen würde, machen nach Extraktion des Zahnmarkes die Füllung des Wurzelkanales notwendig.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmen mit den meist guten Erfolgen bei der Amputation der Pulpa überein ‹vergl. die Statistik von Bönneken›. Bei der Amputationsmethode ‹Resektion der Pulpa› wird bekanntlich die erkrankte Kronenpulpa abgetragen, so daß nur die Pulpa-

wurzeln übrigbleiben. Die bloßgelegten Querschnitte der Wurzelpulpa werden mit der Mumifikationspaste bedeckt. ‹Die histologische Umwandlung der zurückgelassenen Pulpastümpfe, ihr Ersatz durch das hereindringende Bindegewebe der Wurzelhaut und der endgültige Verschluß des Foramen apicale durch sekundäres Zement sind besonders von Prof. O. Müller studiert worden.› Es ist leicht erklärlich, daß diese Methode ohne Totalexstirpation der Pulpa, die wir besonders gerne bei Zähnen mit schwer zugänglichen oder anatomisch kompliziert gebauten Wurzelkanälen, bei bettlägerigen oder alten Leuten usw. vornehmen, bei richtiger Ausführung gute Resultate haben muß. Wir haben ja einen sterilen, nekrotischen Wurzelstumpf vor uns, der also bei lege artis ausgeführter Amputation nachträglich nicht septisch zerfallen kann. Auch ist bei dieser Methode von unserer Seite ein Hineintragen von Bakterien mittels fraglich steriler Instrumente in den den keimfreien Pulpenrest beherbergenden Wurzelkanal unmöglich. Allerdings wird der gewissenhafte Praktiker ein Infizieren des Wurzelkanals durch streng aseptisches Arbeiten zu verhindern wissen.

Daß bei meinen Untersuchungen die Sterilität der Pulpa nur durch das Devitalisationsmittel hervorgerufen werden konnte, beweisen folgende Kontrollversuche: Es wurden die Pulpen ebenfalls an Pulpitis partialis erkrankter Zähne ohne vorherige Beschickung mit Arsenik bzw. Scherbenkobalt unter Lokalanästhesie streng aseptisch zutage befördert und dann in Bouillon im Thermostaten bebrütet. Diese Pulpen erwiesen sich natürlicherweise als infiziert. Die Bouillon trübte sich.

ZUSAMMENFASSUNG DER RESULTATE

1. Der pulpitische Zahn beherbergt vor Applikation der Arseneinlage eine infizierte Pulpa. Das kaustische Mittel hat nach einer durch praktische Beobachtung ermittelten Liegedauer als Protoplasmagift im kranken Zahne nicht nur die Zellen des infizierten Pulpagewebes, sondern auch das Protoplasma der in dem erkrankten Zahnmarke verbreiteten Mikroorganismen nekrotisch gemacht. Die devitalisierte Pulpa ist ein steriles Gebilde. Aus diesen Versuchsergebnissen folgt ohne weiteres:

2. Daß auch der Raum, der die kauterisierte Pulpa einschließt, also Pulpahöhle plus Wurzelkanal von Keimen frei sein muß.

3. Ein aseptisches Arbeiten im Wurzelkanale ist möglich ‹eine Ausnahme bilden vielleicht Zähne mit weit unter die Gingiva reichenden kariösen Höhlen, oder solche, bei denen infolge Verlusts der Krone oder infolge ungünstiger Lage ein Anbringen der Gummiplatte unmöglich ist›. Übersichtliches Freilegen des Arbeitsfeldes, Anlegung von Kofferdam, ausgiebiges Desinfizieren des Operationsfeldes und seiner Umgebung, Arbeiten mit sterilem Instrumentarium sind dabei unumstößliche Forderungen.

Es ist also unsere Pflicht bei der Wurzelkanalbehandlung und -Füllung nach Devitalisation der Pulpa die größte Aufmerksamkeit auf aseptisches Arbeiten zu legen. Auch für uns gelten die gleichen Gesetze der Asepsis

wie in der Groß-Chirurgie. Wir werden dann nicht mehr nach der Wurzelbehandlung die unangenehme Beobachtung machen müssen, daß sich an der Wurzelspitze ein Granulom entwickelt, werden zum Wohl des Patienten arbeiten und von unsern Leistungen auf dem Gebiete der Wurzelbehandlung befriedigt sein.

Besondere Befunde zeigten 15 Versuche mit reiner arseniger Säure bzw. mit der oben genannten Ätzpaste. Sie betrafen 9 obere mittlere Inzisiven, einen oberen lateralen Inzisivus und 5 obere Caninen und bestanden hauptsächlich in heftigen Blutungen aus dem Wurzelkanal sowie leichten periodontitischen Schmerzen. Diese unangenehmen Erscheinungen ‹Blutung, Periodontitis› habe ich an den mit Kobalt oder Nervarsen beschickten Zähnen nicht beobachtet.

Das Hauptresultat der vorliegenden Arbeit war die überraschende Tatsache, daß sich bei allen 66 Versuchen die mit Scherbenkobalt bzw. Arsenik devitalisierten Pulpen nach der Exstirpation als keimfrei erwiesen.

Zusammenfassung der Versuche

Es wurden folgende Zähne untersucht und tabellarisch festgehalten:

Pat.	Zahn	Zustand der Pulpa	Devitalisationsmittel	Dauer d. Einlage Tage	Besondere Befunde bei der Exstirpation	Bakterieller Befund	Wurzelfüllung	Reaktion nach erfolgter Wurzelfüllung
1	2 1 | 2 1	Pulp. part.	Arsenik, Scherbenkobalt	2 8	—	Pulpa steril	Triopasta u. Zinkoxyd u. Asbestwatte	keine
2	| 3	„	Arsenik	2	sehr fleischige Pulpa, starke Blutung	„	„	„
3	3 |	„	„	2	—	„	„	„
4	3	„	„	2	—	„	„	„
5	1 | 1	„	„	2	leichte Periodontitis, W. F. auf nächste Sitzung verschoben	„	„	„
6	1 | 1	„	Kobalt	8	—	„	„	„
7	| 2		Arsenik	2				—
	2 1 | 1	„	Kobalt	8	—			—
8	3 1 | 1 3	„	Arsenik	2	sehr starke Blutg., n. Exstirp. 2tägige Einlage eines mit Trikresol getränkten Wattefadens	„	„	keine
9	1 |	„	Kobalt	8	—	„	„	—
10	| 3		Kobalt	8	—	„	„	—
11	2 1 | 1	„	Kobalt	8	—	„	„	—
12	3 |	„	Arsenik	2	—	„	„	—
13	3 | 3	„	Kobalt	8	—	„	„	—
14	2 1 |	„	Kobalt	8	—	„	„	—
15	2 |	„	Kobalt	8	—	„	„	—
16	3 |	„	Kobalt	8	—	„	„	keine
17	| 1	„	Arsenik	2	periodontitische Erscheinungen, W. F. in gleicher Sitzung unmöglich	„	„	—
18	| 1	„	Nervarsen	3	—	„	„	—
19	2 |	„	Arsenik	2	sehr dünner Pulpenfaden, trotzdem heftige Blutungen	„	„	keine
20	| 1	„	Nervarsen	4	—			keine
21	| 1 2	„	Nervarsen	3	—	„	„	keine
22	3 | 1	„	Arsenik	2	äußerst fleischige Pulpen, kaum stillbare Blutungen	„	„	keine
23	2 1 | 1	„	Arsenik	2	—	„	„	—
24	1 | 1	„	Arsenik	2	Pulpen deh. Exstirp. total zerfetzt, starke Blutung	„	„	keine
25	3 1 | 3	„	Arsenik	2	—	„	„	keine
26	| 1 2	„	Arsenik	2	—	„	„	

Pat.	Zahn	Zustand der Pulpa	Devitalisationsmittel	Dauer d. Einlage Tage	Besondere Befunde bei der Exstirpation	Bakterieller Befund	Wurzelfüllung	Reaktion nach erfolgter Wurzelfüllung
27	3	Pulp. part.	Arsenik	2	leichte Arsenikperiodontitis	Pulpa steril	Triopasta u. Zinkoxyd u. Asbestwatte	—
28	1	„	Arsenik	2	—	„	„	keine
29	2	„	Arsenik	2	—	„	„	—
30	1 2	„	Arsenik	2	—	„	„	—
31	1	„	Nervarsen	3	—	„	„	—
32	1	„	Arsenik	2	—	„	„	—
33	2	„	Arsenik	2	—	„	„	keine
34	2	„	Arsenik	2	—	„	„	keine
35	1	„	Arsenik	2	äußerst heftige Blutung aus dem Wurzelkanal	„	„	keine
36	1 1	„	Arsenik	2	—	„	„	keine
37	3 1	„	Arsenik	2	—	„	„	keine
	2	„	Nervarsen	3	—	„	„	„
38	5 5	„	Nervarsen	3	Diese Zähne wurden extrahiert	„		

Hiernach wurden folgende Versuche ausgeführt:

A) mit Scherbenkobalt wurden behandelt:	17 Pulpen, und zwar:	9 an ob. mittl. J.	4 an ob. lat. J.	4 an ob. Caninen	2 an unt. 2 Prämol.
B) mit Nervarsen wurden behandelt:	8 Pulpen, und zwar:	4 an ob. mittl. J.	2 an ob. lat. J.		
C) mit purer arseniger Säure wurden behandelt:	16 Pulpen, und zwar:	8 an ob. mittl. J.	5 an ob. lat. J.	3 an ob. Caninen	
D) mit einer Arsenikpaste von der Zusammensetzung acid. arsenicos, Cocain. nur aa 1,0 Phenol liquef. gtts. V wurden behandelt:	25 Pulpen, und zwar:	12 an ob. mittl. J.	5 an ob. lat. J.	8 an ob. Caninen	
Untersucht w. total:	66 Pulpen, und zwar:	33 an ob. mittl. J.	16 an ob. lat. J.	15 an ob. Caninen	2 an unt. 2 Prämol.